

А. Е. Иванов*, В. А. Пожого, А. О. Жидович

ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт

(Национальный исследовательский университет)», г. Москва

*alexey_24@list.ru

Научный руководитель — проф., д-р техн. наук С. В. Сковцова

СОПРОТИВЛЕНИЕ ГОРЯЧЕЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ ЛИТОГО СПЛАВА Ti-14Al-3Nb-3V-0.5Zr, ЛЕГИРОВАННОГО ВОДОРОДОМ

В работе исследовалось влияние водорода на сопротивление горячей пластической деформации при осадке образцов из сплава Ti-14Al-3Nb-3V-0,5Zr в литом состоянии. Показано, что введение в сплав водорода приводит к снижению сопротивления деформации. Чем больше водорода содержится в сплаве, тем ниже максимальное усилие при осадке.

Ключевые слова: термоводородная обработка, горячая пластическая деформация, осадка.

A. E. Ivanov, V. A. Pozhoga, A. O. Zhydovich

HOT PLASTIC DEFORMATION RESISTANCE OF Ti-14Al-3Nb-3V-0.5Zr, CAST ALLOY DOPED WITH HYDROGEN

In this work the effect of hydrogen on hot plastic deformation resistance of Ti-14Al-3Nb-3V-0,5Zr cast alloy is investigated upon upsetting. It is shown that the introduction of hydrogen into the alloy results in deformation resistance decrease. The more hydrogen the alloy contains, the lower the maximum upset forces are.

Key words: thermohydrogen processing, hot plastic deformation, upsetting.

Жаропрочные сплавы на основе Ti₃Al являются перспективными материалами для различных изделий авиационной и космической техники благодаря высоким показателям удельной прочности и жаропрочности. Структура сплавов при нормальной и рабочей температурах представлена α₂ и β-фазами.

Управлять структурой титановых сплавов в широких пределах и повышать как технологические, так и механические свойства позволяет

водородная технология, основанная на обратимом легировании водородом, в частности термоводородная обработка.

Легирование титановых сплавов водородом приводит к увеличению в структуре количества β -фазы, что позволяет добиться снижения сопротивления деформации [1–2].

Для определения концентрации водорода и температуры, обеспечивающих увеличение технологической пластичности, были проведены испытания на осадку образцов, содержащих от 0 до 0,6 мас. % водорода в изотермических условиях в интервале температур 850–1050 °С. Деформацию проводили со скоростью $2,7 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$ (рис. 1).

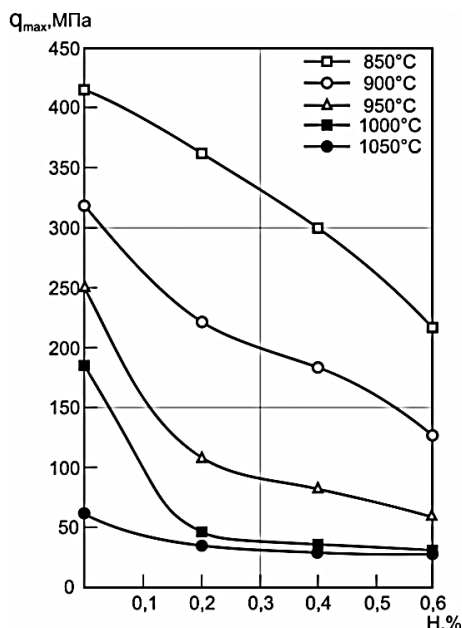


Рис. 1. Зависимость усилий осадки от содержания водорода в опытном сплаве Ti–14Al–3Nb–3V–0,5Zr при деформировании в интервале температур 850–1050 °С со скоростью деформации $2,7 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$ и максимальном усилии осадки

Образцы из опытного сплава с исходным содержанием водорода осаживались при температурах выше 950 °С без образования трещин. При более низких температурах в процессе испытаний на боковой поверхности образовывались трещины при степенях деформации $\varepsilon_{\text{пр}} = 58 \%$ (900 °С) и 46 % (850 °С). Максимальное усилие при осадке составило 412 МПа при температуре испытаний 850 °С. Введение в сплав водорода снижает деформирующее усилие при 850 °С и при 0,6 % водорода оно составляет 220 МПа. При этом образец деформировался без образования трещин.

Установлено, что с повышением температуры испытаний и/или содержания водорода в сплаве максимальное усилие осадки уменьшается. При этом максимальное усилие при осадке в сплаве с исходным содержанием водорода при температуре 1000 °С оказывается практически равным максимальному усилию при осадке образца с 0,4 % водорода при температуре 900 °С. При температурах испытаний 850 и 900 °С наблюдается монотонное снижение удельных усилий осадки. При температурах испытаний 950 и 1000 °С резкое снижение деформирующих усилий с 250 и 180 МПа до 120 и 55 МПа, соответственно, наблюдалось при введении в сплав 0,2 % водорода. Дальнейшее повышение концентраций водорода практически не приводило к изменениям усилий осадки. При температуре осадки 1050 °С деформирующее усилие в исходном и наводороженном состоянии практически не различаются, т. к. данный интервал температур находится вблизи однофазной β -области и водород уже выступает в роли твердорастворного упрочнителя.

Таким образом, проведенные исследования показали, что введение в сплав водорода приводит к снижению сопротивления деформации. Чем больше водорода содержится в сплаве, тем ниже максимальное усилие при осадке. Однако степень этого влияния уменьшается с повышением температуры деформации.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Водородная технология титановых сплавов / А. А. Ильин [и др.]. М. : МИСИС, 2002. 392 с.
- 2 Ильин А. А. Механизм и кинетика фазовых и структурных превращений в титановых сплавах. М. : Наука, 1994. 304 с.